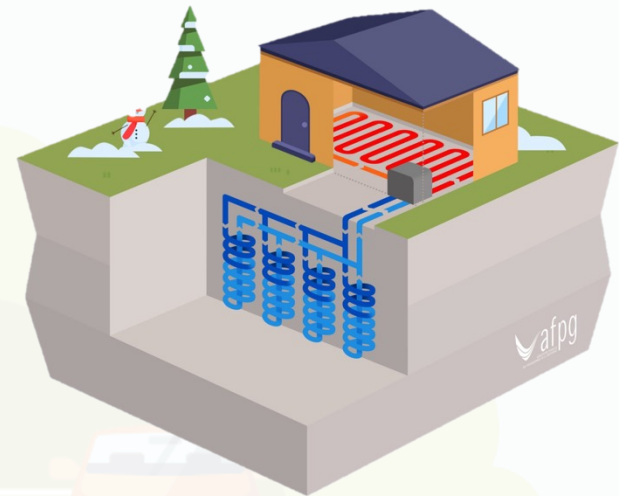


LES ÉCHANGEURS GÉOTHERMIQUES COMPACTS



2^{ÈME} SESSION : VENDREDI 25 FÉVRIER 2022



QUELQUES CONSIGNES POUR LE BON DÉROULÉ

Micros et caméras sont coupés, c'est normal

Posez vos questions via la rubrique « Questions »

Questions / Réponses en fin de webinaire

Vous recevrez par mail le support de présentation et un questionnaire

Un enregistrement de la session est en cours

LES ÉCHANGEURS COMPACTS GÉOTHERMIQUES



QUI FAIT QUOI ?

Variable selon chaque projet. Toutefois le schéma peut généralement être le suivant :

Le **fabricant de matériel** donne les préconisations de pose (profondeurs à viser, distances à respecter, méthode de remblai, ...)

Le **chauffagiste** (accompagné par un bureau d'études thermiques s'il y en a un)

- détermine les besoins du bâtiment et dimensionne l'installation.
- réalise un premier plan de calepinage conforme aux prescriptions.
- achète le matériel au fabricant, et vend l'installation au client.
- pose les échangeurs géothermiques, les met sous pression et réalise l'équilibrage.

Le **terrassier** intervient comme co- ou sous-traitant du chauffagiste pour :

- réaliser les excavations et les tranchées,
- les reboucher une fois le matériel installé.

Si nécessaire, le terrassier soumet au chauffagiste une proposition de modification du calepinage au regard du terrain réel.

DÉROULÉ TYPIQUE D'UN PETIT PROJET

Faisabilité

Préparation

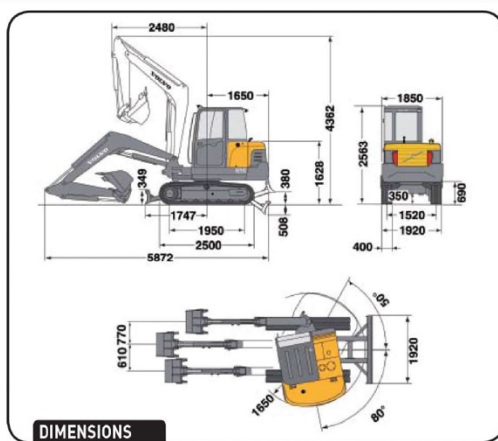
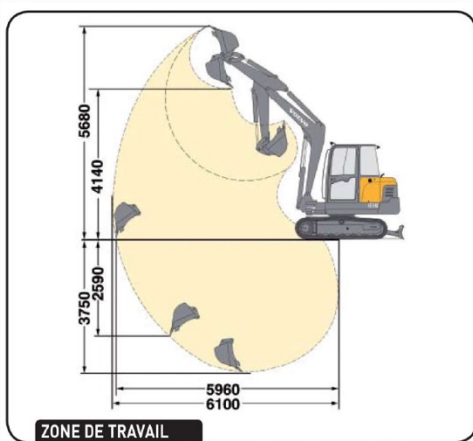
Mise en oeuvre

Vérification

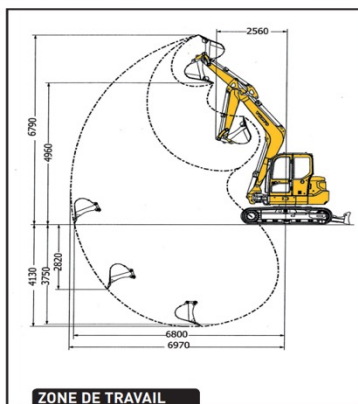
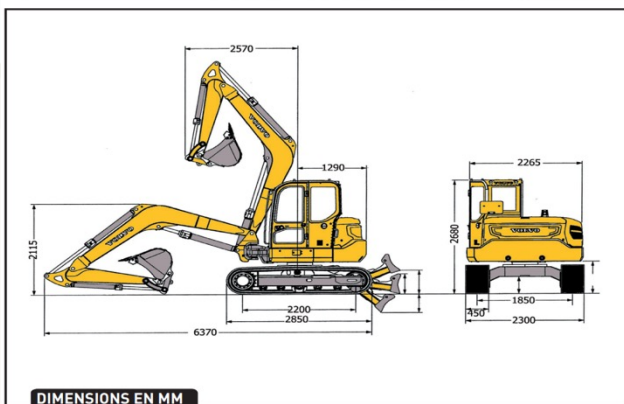
- Vérification implantation échangeurs:
 - Outils InfoTerre
 - Interview Terrassier
 - Etudes géotechniques
- Etude thermique pour déterminer le nombre d'échangeurs
 - Déperditions du bâtiment
 - Calcul sur outil (BRGM)
 - Calcul géocooling
- Réaliser un calepinage pour la position des échangeurs
- Positionner les échangeurs assez loin des fondations (respecter les règles de sécurité d'une tranchée par rapport à un mur)
- Assurer que les échangeurs sont remplis et en pression
- Effectuer un rinçage pour assurer l'élimination des bulles d'air
- Assurer des pentes des tuyaux de liaisons assurant une pente constante vers les purgeurs
- Reboucher par compactage hydraulique
- Vérifier la pression avant de brancher les collecteurs
- Vérifier le débit dans les échangeurs
- Ne pas oublier les éléments de sécurité type chauffage (vase expansion, soupape, purgeurs)
- Ne pas oublier un piquage pour ajouter du liquide par pompe à épreuve

LES MOYENS DE TERRASSEMENT À UTILISER

La taille de l'engin est validée par le terrassier en fonction de la qualité de la terre



Les travaux peuvent se réaliser à partir d'un "2,5T ou 5T" pour les murs en simple hauteur avec un faible encombrement (<2m de large mais 6 m de long)



.. À 8 ou 12 T pour les corbeilles voire les murs installés en double hauteur

Dans tous les cas, le travail peut être réalisé par un terrassier sensibilisé.

COMPACTAGE HYDRAULIQUE

Il est important d'assurer la conductivité thermique de l'installation d'échangeurs compacts, en remettant la terre présente sur site, si elle est de bonne qualité (terre végétale ou sans roche).

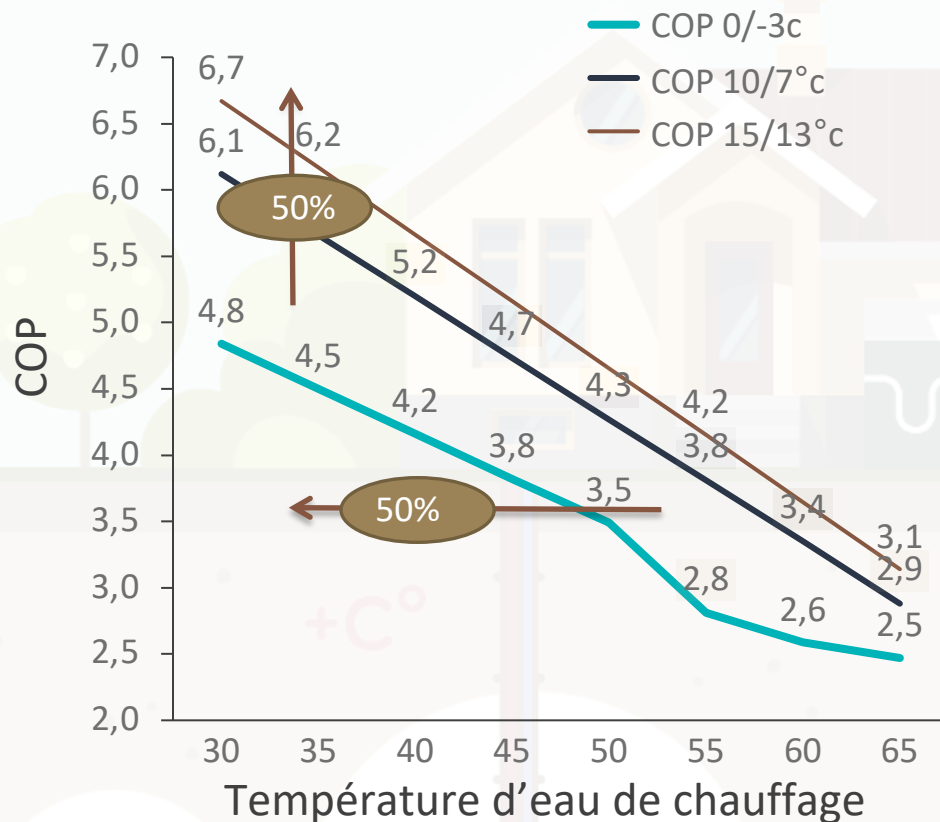
Le compactage se fait naturellement en associant de l'eau lors de cette étape.



L'IMPORTANCE DE LA BASSE TEMPÉRATURE SUR LE COP

Le type d'émetteur est aussi important que la taille du champs géothermique

Exemple de COP PAC R32 Géo



Le rendement de la pompe à Chaleur va dépendre du bon dimensionnement du champs d'échangeurs (variabilité de 30 à 50% du COP) mais aussi de la température d'émission dans le bâtiment (variabilité de 50% du COP entre 35 et 50°C par exemple pour cet exemple de PAC)

Il sera préférable d'associer le champ d'échangeurs à un plancher chauffant rafraîchissant très basse température avec peu d'inertie pour avoir le meilleur rendement plutôt qu'à des radiateurs à haute température.

L'INTÉGRATION DU SOLAIRE – LES PANNEAUX HYBRIDES

Un moyen d'augmenter le COP ou/et de réduire le nombre de murs géothermiques



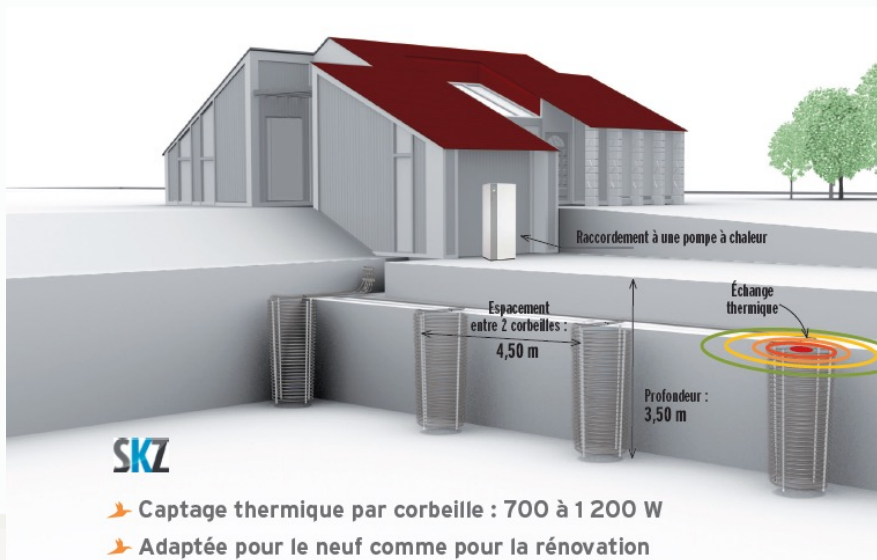
2 panneaux hybrides peuvent remplacer
1 mur géothermique

Les panneaux solaires hybrides ont la particularité de pouvoir fonctionner à très basse température pour avoir un très bon rendement... même sous la pluie.

Dans ce cas on utilise le solaire comme boost de la géothermie en installant ces panneaux en parallèle sur le retour du champs d'échangeurs. Une vanne et un circulateur commandés par 2 thermocouples font l'affaire. Ainsi les panneaux peuvent

- Augmenter le COP
- Stocker de la chaleur en intra-jour
- Rafraîchir la nuit durant l'été

SPÉCIFICITÉS CORBELLES GÉOTHERMIQUES

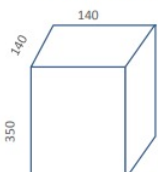


Il est important d'espacer les échangeurs afin de préserver le « réservoir d'énergie » du terrain.

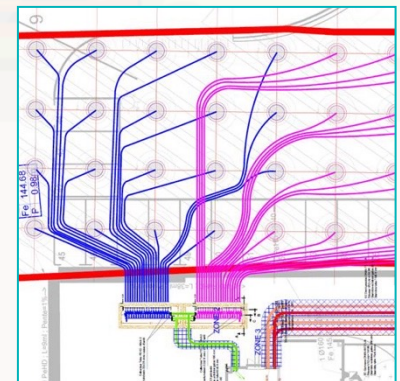
Pour cela, il est préférable d'espacer les corbeilles de 4,5m entre elles, et de :

- 3m des fondations
- 2m des arbres
- 1,50m des réseaux enterrés non hydrauliques.

Réservation à prévoir pour 1 corbeille (en cm)



Surface à chauffer ou à rafraîchir (m ²)	Surface nécessaire pour le capteur (m ²)	Nombre de corbeilles nécessaire (u)
50	Entre 40 et 80	Entre 2 et 4
75	Entre 40 et 140	Entre 2 et 7
100	Entre 50 et 180	Entre 3 et 9
150	Entre 80 et 260	Entre 4 et 13
200	Entre 100 et 360	Entre 5 et 18



PRESCRIPTION DE CETTE SOLUTION – CCTP TYPE

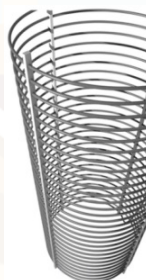
1 – Caractéristiques, conception et installation.

Fourniture et mise en œuvre d'une corbeille géothermique destinée à récupérer l'énergie du sol. Elle comprendra :

- Un tube spiralé en PE100 RC rempli d'un fluide caloporteur (à base de mono-propylène glycol),
- L'énergie captée est ensuite restituée par une pompe à chaleur (eau glycolée/eau) pour chauffer ou rafraîchir un local par radiateurs ou ventilo-convecteurs, produire de l'eau chaude sanitaire.
- 4 montants lui permettant d'être maintenue pour la mise en œuvre à 3,50m de profondeur,

Caractéristiques techniques :

- Diamètre extérieur du tube spiralé / épaisseur : 25 mm / 2,3 mm
- Hauteur de la corbeille : 2,70 m
- Diamètre de la corbeille : 1,18 m
- Pas d'enroulement : 13 cm
- Liaison intégrée : 20 m aller / 20 m retour
- Distance entre-axe des corbeilles : 4,50 m
- Surface de captage : 20 m²



Modèle de référence : **TERRA SPIRAL-NEO** de marque **ELYDAN**

Accessoires à prévoir :

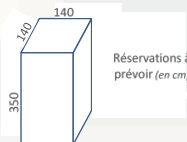
- Accessoires pour tube : kit de liaison, raccords électro-soudable ou mécanique à compression, réduction Y, collecteur, fluide caloporteur, ...
- Compris fixations et toutes sujétions d'exécution, Raccordements à la charge du présent lot.

Mise en œuvre :

Le remblayage doit se faire avec précaution. Le matériau du sol en place peut être réutilisé s'il est exempt de pierres pouvant endommager le tube.

Dans ce cas, nous recommandons un compactage hydraulique. Pendant la phase de remblayage, la corbeille doit être mise en eau et à une pression de **3 bars**.

Mis dans le sol, les raccords mécaniques devront rester accessibles à l'aide d'une trappe d'accès.



NOTA :

Tous les éléments sont préfabriqués en usine et avec un marquage conforme aux normes en vigueur.

Le raccordement de deux gaines sera assuré par le montage de manchons laiton pour relier les tubes.

Des fiches de suivi et d'autocontrôle seront systématiquement à remplir par l'opérateur, pour être jointes au DOE et devront contenir les éléments suivants :

- Date du montage et numéro d'ordre du manchon (marqué à la peinture blanche indélébile sur le manchon et reporté sur le plan de recollement),
- nom de l'opérateur, nom de la société,
- test en pression d'air, vérification visuelle.

Les corbeilles géothermiques seront livrées à plat. Le déchargement et le stockage seront réalisés conformément au manuel technique du fabricant. Toutes les modifications du projet original des réseaux seront soumises à l'approbation et au visa du bureau d'études en lien avec le fabricant.

elydan

Etude indicative de faisabilité - Captage géothermique

DESCRIPTION

Projet de projet (PROJET) sur corbeille géothermique TERRA SPIRAL-NEO avec des dimensions techniques adaptées aux dimensions de l'ouvrage existant. Une dimension, une forme et la structure intérieure (gaine de la circulation) ont été étudiés afin d'optimiser les performances techniques et de réduire les coûts d'investissement de l'ouvrage géothermique. Les données techniques sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les données techniques sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les données techniques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

PROJET

Projet : Villa à LASSERRE (33)

Spécificités

Spécificité Chauffage : 13,28 kW

Spécificité Captage : 9,75 kW

(Ces valeurs sont indicatives et doivent être validées par les organes compétents)

Données générales		Données techniques	
Hauteur sous plafond	2,5 m	Projet	13,28 kW
Isolation de type :	Réglement RT 2012	Amortissement	50
Coefficient	U _{int} = 0,36	Surface	182
OSD	4		
Département	01 - Ain - Roug-en-brasse		
Altitude	201 à 418 m		
T° moyenne annuelle	11 °C		
T° maximale hivernale	-11 °C		
T° minimale	32 °C		

Données techniques		13,28 kW	
Conductivité du sol :			
Faible : 700 W/Cm ²	13,9	54	284
Bonne : 1000 W/Cm ²	9,9	59	293
Excellente : 1200 W/Cm ²	8,1	9	182

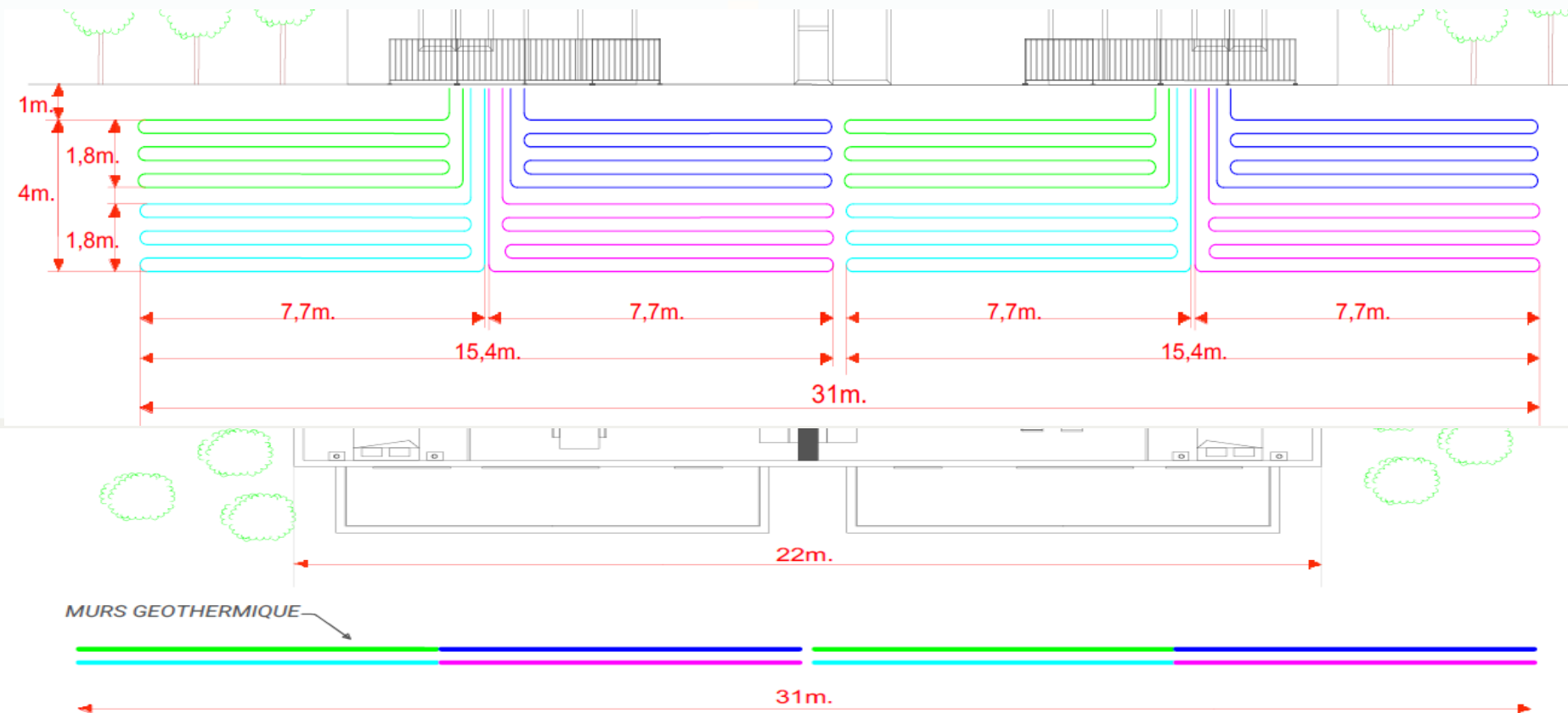
Implantation		13,28 kW	
Longueur du terrain	9,0 m		
Longueur du terrain	22,5 m		
Surface captage global	202,5 m ²		
Conductivité sélectionnée	1000 W/Cm ²		
Nombre corbeilles (paraxe)	10		
Colonnes	2		
Lignes	5		
Nombre corbeilles pour 1000 W	10		

33 route de Grenoble - 38000 Saint-Étienne-de-la-Croix - Tél. +33 (0)4 76 99 43 43 - Fax +33 (0)4 76 99 51 05 - contact@elydan.com - elydan.com

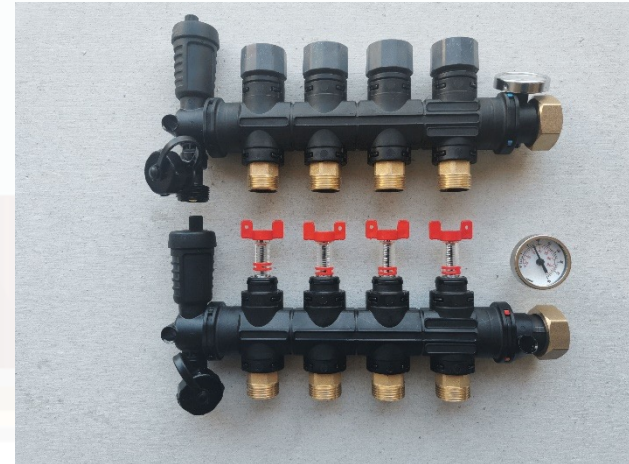
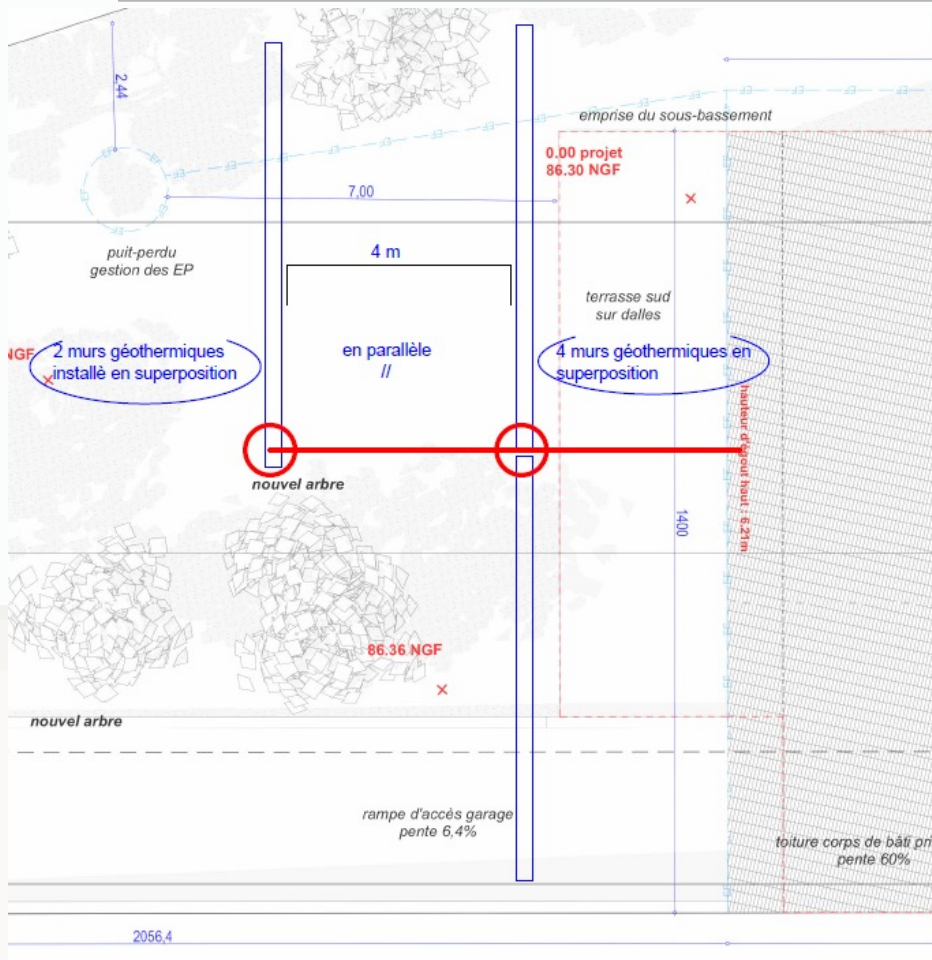
SPÉCIFICITÉS MURS GÉOTHERMIQUES

LES MURS GÉOTHERMIQUES PEUVENT S'IMPLANTER SUR 1 OU 2 HAUTEUR(S) – SELON LA QUALITÉ DE LA TERRE

Il faut prévoir 0,7 à 1,5 m² de foncier « exploitable » par m² habitable à chauffer



LES MURS GÉOTHERMIQUES SONT ÉCARTÉS DE 4 M ET SE BRANCHENT À 4 PAR NOURRICE



Débit / mur : 5 à 6 l / minute
Débit nourrice : 20 à 24 l / minute

Attention à la section du tuyau de liaison nourrice – pompe à Chaleur

L'équilibrage se fait sur la nourrice côté bouchon gris

DIMENSIONNER UNE INSTALLATION

1 échangeur compact pour 1 kW en première approche

PAC Géo = 70% d'une PAC Aéro

Bien que la capacité instantanée d'un échangeur compact soit donné à environ 1400 W, il faut tenir compte de l'évolution de la température de la terre au cours de l'hiver ainsi que du rendement attendu. Les calculs montrent qu'il faut environ *1 échangeur compact pour 1 kW de pompe à chaleur*

Pour le dimensionnement de la PAC géothermique, on trouve généralement une capacité nécessaire inférieure de 30% à une PAC aérothermique.

Cependant, il faut faire attention à avoir une capacité minimum suffisante **s'il y a production d'ECS**. En effet, les modèles de calcul traditionnels ne prennent pas en compte la part très importante de la production d'ECS dans le confort du logement.

CALCUL DU GÉOCOOLING PASSIF POUR LE CONFORT D'ÉTÉ

Pendant une canicule, on peut arriver à consommer autant que pendant un pic de froid l'hiver

Logiciel de dimensionnement de systèmes de géocooling

Zone climatique: H2b Altitude: Moins de 400m Alt. de référence: 103 m

Comportement thermique de la maison: Calcul déperditif simplifié

Coefficient de déperdition volumique: 0,6 [W/m3.K]

Surface habitable: 200 [m2]

Surface d'échange (si différente de la surface au sol): 180 [m2]

Hauteur sous plafond: 2,5 [m]

Nombre d'occupants: 4

Régages du dispositif de rafraîchissement

Date de démarrage du géocooling (jour/mois): 15/05 Date de fin du géocooling (jour/mois): 15/09

Température de confort: 26

Caractéristiques de l'échangeur géothermique

Température minimum du fluide à l'entrée du bâtiment: 18

Coefficient d'échange thermique du plancher: 4

Puissance du circulateur: 30

Débit du circulateur: 2

Choix de l'échangeur géothermique: corbeille

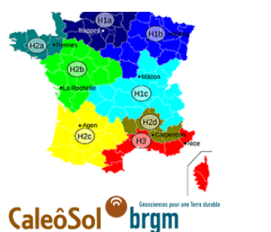
Type de sol rencontré à la profondeur d'implantation de l'échangeur: calcaire (cond. th. 2,00 W/m.K)

Résultats

Calcul du dimensionnement minimal

Calcul

Avec un dimensionnement de 4 corbeilles, le nombre d'heures d'inconfort sur un an, l'énergie totale extraite du bâtiment est de 931,91 kWh et l'énergie totale consommée est de 1000 kWh. Sur cette même période, le pic de puissance extraite ramenée à la surface est de 1000 W/m2.

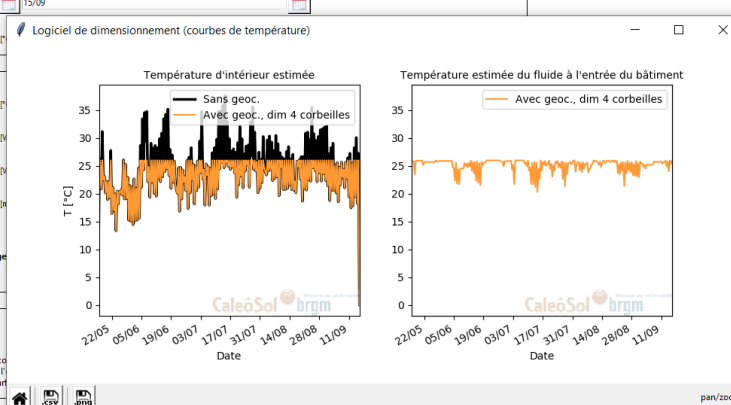


CaleoSol brgm

Logiciel de dimensionnement (courbes de température)

Température d'intérieur estimée

Température estimée du fluide à l'entrée du bâtiment



CaleoSol brgm

Mise en page en colonne

CaleoSol brgm

Géosciences pour une Terre durable

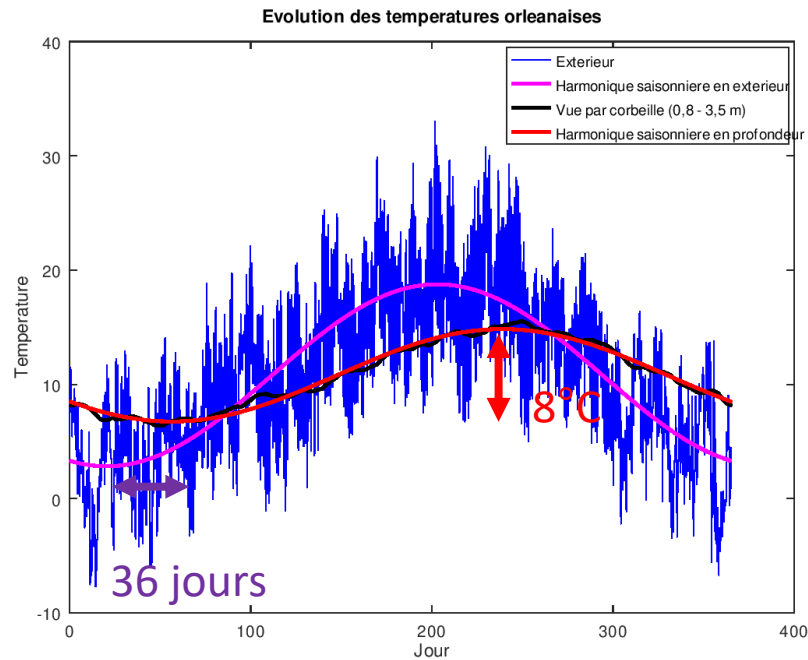
v1.3, © BRGM 2020

Avec le même “moteur” que le logiciel de calcul de chauffage du BRGM, nous avons développé un logiciel spécialement conçu pour le calcul du rafraîchissement seul par géocooling passif.

Dans cet outil, on peut changer les conditions climatiques ainsi que les formes d'échangeurs compacts. En général, le calcul donne environ un besoin en mur géothermique de l'ordre de 30 à 50% du besoin en chauffage avec un pic de puissance l'été équivalent au pic de puissance en hiver.

LES TEMPÉRATURES DANS LE SOUS-SOL

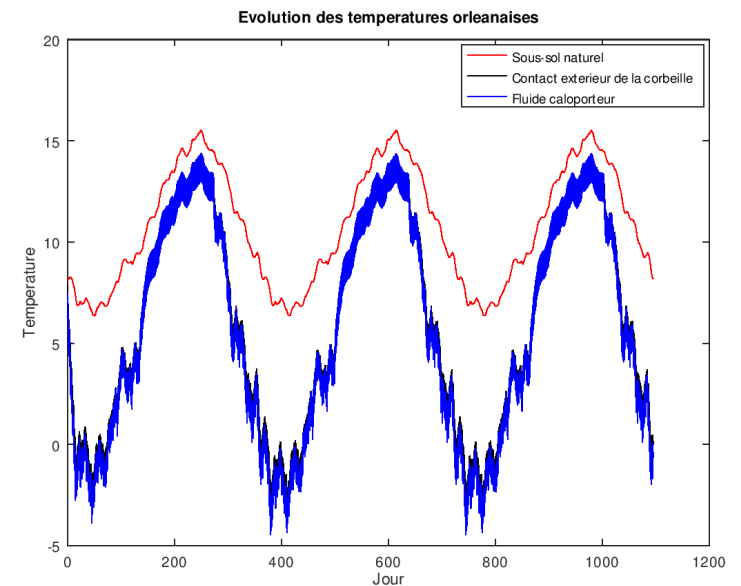
Elles évoluent selon l'évolution naturelle des températures en extérieur, le type de terrain, et les profondeurs considérées.



LE DIMENSIONNEMENT

Rigoureusement (bureau d'études thermiques) :

- On détermine les **puissances appelées le long de l'année** (chauffage, eau chaude, rafraîchissement).
- On observe la **perturbation thermique créée** selon le type de sol en présence et le nombre d'échangeurs : cette perturbation est deux fois moins élevée s'il y a deux fois plus d'échangeurs.
- On vérifie que ces températures sont **admissibles dans la durée**.



LE DIMENSIONNEMENT

Dans la pratique (contact direct d'un installateur) :

- Pour de petites installations, on considère la typologie de sol « défavorable », et on utilise les abaques créées avec la méthode précédente.
- On a donc surtout besoin de connaître le climat et le niveau d'isolation.

D'où des simplifications de type « 1 échangeur pour 1 kW », faciles à utiliser.

Nota Bene : pour prétendre aux aides de l'ADEME, il faut que le dimensionnement soit réalisé par un bureau d'études qualifié en géothermie (*des exceptions peuvent exister selon les régions : rapprochez-vous des animateurs régionaux et/ou de la direction régionale de l'ADEME*)

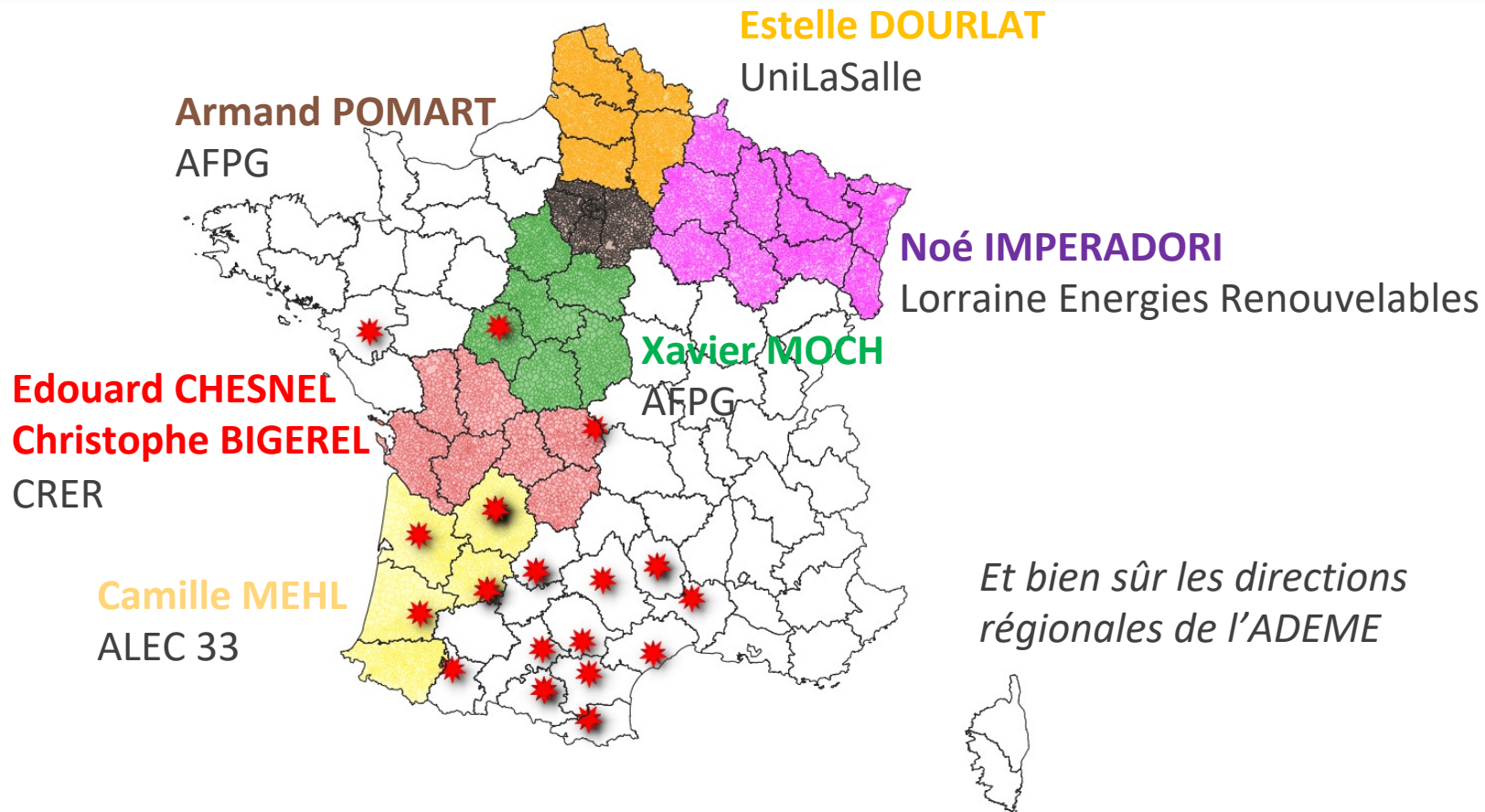
POUR APPROFONDIR LE DIMENSIONNEMENT

- Le BRGM propose un outil en ligne pour réaliser des dimensionnements.
- Il est possible de vous proposer une formation (gracieuse) à cet outil.

D'AUTRES QUESTIONS ?



ANIMATIONS RÉGIONALES



LES CONTACTS

○ Xavier MOCH

AFPG – Animateur « filière géothermie » en région Centre-Val de Loire

07 70 00 84 24 - xavier.moch@afpg.asso.fr

○ Noé IMPERADORI

Association LER – Animateur « filière géothermie » en Grand Est

07 49 04 73 94 - geothermie@asso-ler.fr

○ Christophe BIGEREL

CRER – Responsable Pôle Chaleur Renouvelable

05 49 08 24 24 - christophe.bigerel@crer.info

○ Camille MEHL

ALEC 33 – Chargée de mission EnR

05 56 00 53 37 - camille.mehl@alec-mb33.fr

○ Armand POMART

AFPG – Animateur « filière géothermie » en région Ile-de-France

06 76 52 59 83 - armand.pomart@afpg.asso.fr

○ Estelle DOURLAT

Unilasalle – Animatrice « filière géothermie » en région Hauts-de-France

06 78 26 81 30 - Estelle.DOURLAT@unilasalle.fr

○ Astrid CARDONA-MAESTRO

ADEME - Ingénieure Fonds Chaleur géothermie

04 93 95 79 13 - astrid.cardonamaestro@ademe.fr

○ Martin PONTAL

ELYDAN – Chef de marché Géothermie & Réseaux Chaleur

07 71 57 93 09 – mpontal@elydan.eu

○ Olivier CAZEAUX

FreeHEAT Caleosol

02 34 46 00 00 - contact@freeheat.fr